

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/000201

International filing date: 12 January 2005 (12.01.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 10 2004 023 801.4  
Filing date: 05 May 2004 (05.05.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 13 June 2005 (13.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

26. 03. 2005



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 10 2004 023 801.4

**Anmeldetag:** 05. Mai 2004

**Anmelder/Inhaber:** Valeo Schalter und Sensoren GmbH,  
74321 Bietigheim-Bissingen/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung zum Bestimmen eines Lenkwinkels und  
eines an einer Lenkwelle ausgeübten Drehmoments

**Priorität:** 20. Januar 2004 DE 20 2004 007 440.0  
20. Januar 2004 DE 20 2004 007 441.9  
20. Januar 2004 DE 20 2004 007 439.7

**IPC:** G 01 L, G 01 B, B 62 D

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 15. März 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Walmer

S:\IB5DUP\DUPANM\200405\38261057-20040895.doc

Anmelder:  
Valeo Schalter und Sensoren  
GmbH  
Laiernstraße 12  
74321 Bietigheim-Bissingen

Allgemeine Vollmacht: 4.3.5.-Nr.306/99AV

38261057

05.05.2004  
STE/MLM

**Titel:        Vorrichtung zum Bestimmen eines Lenkwinkels und  
              eines an einer Lenkwelle ausgeübten Drehmoments**

### **Beschreibung**

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bestimmen eines auf eine Welle ausgeübten Drehmoments, wobei die Welle einen ersten Wellenabschnitt und einen zweiten Wellenabschnitt aufweist und die beiden Wellenabschnitte gegeneinander verdrehbar sind, mit einem den ersten Wellenabschnitt umgebenden und mit diesem verbundenen Multipol-Magnetring und einem am zweiten Wellenabschnitt befestigten Statorhalter, wobei am Statorhalter zwei Statorelemente befestigt sind und jedes Statorelement in axialer oder radialer Richtung abragende Finger aufweist, die gleichmäßig zumindest über

einen Teil des Umfangs verteilt angeordnet sind und zwischen sich Lücken aufweisen, wobei den Fingern des einen Statorelements und den Fingern des anderen Statorelements der Magnetring zugeordnet ist.

Bekannt ist, dass der Lenkwinkel mit einer Codescheibe und einem die Codescheibe abtastenden optischen Sensor erfasst wird, wobei der optische Sensor ortsfest und die Codescheibe an der Lenkwelle fixiert ist, oder umgekehrt.

Mit der wachsenden Verbreitung von Regelsystemen zur Regelung der Fahrdynamik von Kraftfahrzeugen hat die Bedeutung von Lenkwinkelsensoren erheblich zugenommen. Derartige Sensoren haben die Aufgabe, ein Signal zu erzeugen, welches kennzeichnend für den Lenkwinkel bzw. die Lenkwinkeländerung eines Fahrzeugs ist. Hierzu ist in der Regel ein Codierelement, insbesondere eine Codescheibe starr mit der Lenkwelle verbunden. Der Codescheibe ist ein optischer Sensor zugeordnet, welcher gegenüber dem Chassis bzw. der Lenkwelle fixiert ist, und welcher in der Lage ist, den Code der Codescheibe zu lesen. Dabei sind an der Scheibe, z.B. in Form von Strichen oder Auskerbungen, Markierungen angebracht, welche abgetastet werden. Der optische Sensor kann aus einer Leuchtdiode (DE 199 36 245 A1), einem Lichtleiterelement und einer mehrere Lichtempfänger umfassenden Abtasteinheit bestehen. Das digitale Abtastprinzip zeichnet sich hierbei durch eine hohe Robustheit aus.

Weitere Vorrichtungen zur Messung des Lenkwinkels sind aus der DE 101 10 785 A1, der DE 100 41 095 A1, der DE 101 42 448 A1, der WO 99 39 169 A1, die auf optischem Wege arbeiten, aus der DE 199 41 464 A1, die auf induktivem Wege arbeitet, und aus der DE 197 47 638 C1, der DE 199 00 330 A1, der DE 195 06 938 A1, der DE 100 36 281 A1, der WO 2002 071 019 A1 und der DE 102 22 118 A1, die auf magnetischem Wege arbeitet, bekannt.

Für Applikationen im Motorraum sind optische Verfahren weniger geeignet, da durch höhere Temperaturen, Öl, Fett und Schmutz eine Störung des optischen Systems zu befürchten ist.

Mit derartigen Anordnungen können der absolute Lenkwinkel, die Lenkrichtung, die Lenkgeschwindigkeit und die Lenkbeschleunigung relativ präzise ermittelt werden, jedoch sind diese Daten, z.B. für eine elektromechanische Lenkhilfe (EPAS), zu wenig. Darüber hinaus werden die Richtung und die Größe des Lenkdrehmoments benötigt.

Die bekannten optischen Verfahren haben alle die Eigenschaft, dass die für die Drehmomentmessung notwendige Genauigkeit der Messung des Differenzwinkels zwischen Ein- und Ausgangswelle eines Torsionsstücks in einer Größenordnung kleiner als  $0,05^\circ$  liegen muss. Dies stellt die abbildende Optik vor Probleme, da die Messung der Lage von Strukturkanten aufgrund der direkten optischen Abbildung auf den Detektor deutlich besser sein muss, als der Abstand der Pixel der verwendeten optischen Sensorarrays. Die Messung des Drehmoments an den beiden Enden eines Torsionsstücks mittels optischer Sensoren ist z.B. aus

der WO 99 09 385 A1 bekannt. Die Abtastung eines Musters an einer Encoderscheibe mittels einer Optik ist z.B. aus der EP 0 777 851 A1 bekannt.

Analoge optische Verfahren, wie oben erwähnt, sind für die Messung kleiner Verdrehwinkel in Lenksystemen zur Bestimmung des Drehmoments weniger geeignet, da sie weniger robust sind. Vor allem bei der Verwendung des Sensors an einem Lenkgetriebe im Motorraum besteht, wie bereits erwähnt, durch die dort herrschenden höheren Temperaturen und durch den Anfall von Öl, Fett und Staub die Gefahr einer Störung eines derart hoch auflösenden analogen optischen Systems.

Optische Sensoren im Motorraum sind dann geeignet, wenn sie digital und mit grober Auflösung arbeiten. Analoge optische Sensoren mit hoher Auflösung erscheinen aber weniger geeignet.

Magnetische Verfahren zur Drehmomentmessung arbeiten üblicherweise mit magnetischen Multipolrädern und magnetoresistiven Sensoren. Der Magnetfeldsensor erfasst die relative Lage der Magnetpole (DE 198 28 513 A1). Dadurch wird der geringe mechanische Verdrehwinkel in eine große elektrische Signaländerung transformiert und eine hohe Messgenauigkeit erzielt.

Aus der DE 102 30 347 A1 ist eine Vorrichtung zum Messen des Lenkwinkels und des Drehmoments bekannt, die das magnetisch messende Hall-Sensor-Prinzip benutzt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass die für das ESP (Electronic Stability Program) und EPS (Electric Power Steering) notwendigen Lenkinformationen aus einem einzigen Gerät kostengünstig und robust ermittelt werden können.

Diese Aufgabe wird mit einer Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass auf einem der beiden Wellenabschnitte ein zweiter Magnetring angeordnet ist und diesem Magnetring zumindest ein Magnetsensor zugeordnet ist.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann der Absolutwinkel einer Lenkwelle und gleichzeitig das auf die Lenkwelle ausgeübte Drehmoment auf magnetischem Wege gemessen werden.

Hierdurch wird der wesentliche Vorteil erzielt, dass auf optische Verfahren verzichtet werden kann, so dass Verschmutzungen und Einflüsse durch Öl, Fett und Temperatur wesentlich geringere Auswirkungen auf das Messergebnis haben.

Bevorzugt ist mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung nicht nur das Drehmoment und der absolute Lenkwinkel, sondern sind auch die Lenkgeschwindigkeit und die Lenkbeschleunigung messbar beziehungsweise berechenbar. Dabei können die Signale analog oder digital weiterverarbeitet und/oder entsprechend den

Steuergeräten in einem Kraftfahrzeug zur Verfügung gestellt werden.

Bei einer Weiterbildung ist vorgesehen, dass der zweite Magnetring ein Multipolmagnetring ist. Abhängig davon, wie viel Magnetpole über den Umfang des Magnetringes angeordnet sind, kann die Genauigkeit des Lenkwinkels eingestellt werden. Zur Erhöhung der Genauigkeit sind erfindungsgemäß bei einem Ausführungsbeispiel zwei Magnetspuren vorgesehen, die eine unterschiedliche Anzahl an Magnetpolen besitzt. Jeder Magnetspur ist dabei ein Sensor zugeordnet, so dass aus den wechselnden Sensorsignalen ein absoluter Lenkwinkel gemessen werden kann, der genauer als  $1^\circ$  ist, insbesondere im Bereich von  $0,03^\circ$  bis  $0,5^\circ$  liegt. Die Ausgestaltung eines derartigen Magnetringes ist insbesondere in den prioritätsbegründenden Anmeldungen enthalten, worauf vollinhaltlich Bezug genommen wird.

Eine wesentliche Vereinfachung des Aufbaus wird dadurch erzielt, dass eine einzige Platine zur Aufnahme der den Statorelementen zugeordneten Sensoren und des wenigstens einen, dem zweiten Magnetring zugeordneten Sensor vorgesehen ist. Diese Platine ist zu ihrem Schutz in einem Gehäuse untergebracht. Dies hat den wesentlichen Vorteil, dass zu Wartungs- oder Reparaturzwecken lediglich das Gehäuse ausgetauscht werden muss, wodurch alle elektronischen Bauelemente ersetzt werden können.



Bei einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, dass der Statorhalter eine Außenverzahnung aufweist und die Außenverzahnung mit einem Zahnrad kämmt und ein Übersetzungsgetriebe bildet. Mit dieser Ausgestaltung wird die Möglichkeit geschaffen, einen Absolutwinkel über mehrere Umdrehungen, insbesondere über  $1.480^\circ$ , also mehr als 4 Umdrehungen, zu erfassen. Die Messung erfolgt dabei ebenfalls auf elektronischem Wege, indem das Zahnrad mit einem Magnet bestückt ist und dem Magnet ein Sensor zugeordnet ist. Dabei ist der Sensor in bevorzugter Weise ebenfalls auf der Platine angeordnet.

Um die Sensoren in einer Ebene platzieren zu können, ist die Achse des Zahnrades orthogonal zur Welle ausgerichtet. Bei einer Variante kann die Achse des Zahnrades auch parallel zur Welle verlaufen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung besonders bevorzugte Ausführungsbeispiele im Einzelnen beschrieben sind. Dabei können die in der Zeichnung dargestellten sowie in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine Explosionsdarstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 2 die Ansicht gemäß Figur 1 von hinten und unten;

Figuren 3a und 3b

die Vorrichtung gemäß der Figuren 1 und 2 zusammengebaut;

Figur 4 eine Explosionsdarstellung einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figuren 5a und 5b

die Vorrichtung gemäß Figur 4 zusammengebaut; und

Figur 6 einen Längsschnitt durch die zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Die Figur 1 zeigt andeutungsweise eine mit 10 bezeichnete Lenkwelle eines Kraftfahrzeugs, von der zwei Wellenabschnitte 12 und 14 erkennbar sind, die über eine (nicht dargestellte) Torsionsstabfeder miteinander verbunden sind, so dass die beiden Wellenabschnitte 12 und 14 relativ zueinander verdreht werden können, wenn auf die Lenkwelle 10 ein Drehmoment aufgebracht wird. Die Kopplung der beiden Wellenabschnitte 12 und 14 ist zum Beispiel deutlich aus der DE 102 56 322 A1 erkennbar, auf welche vollinhaltlich Bezug genommen wird. Der

Wellenabschnitt 12 ist mit einem Halter für einen Multipol-Magnetring 16 versehen, der die Lenkwelle 10 umgreift.

Ferner ist in der Figur 1 ein Schraubring 18 erkennbar, welcher über drei Schrauben 20, die am Umfang verteilt angeordnet sind und axial abragen, mit einem Statorhalter 22 verschraubt ist. Zwischen dem Schraubring 18 und dem Statorhalter 22 befindet sich ein erstes Statorelement 24, welches axial abragende Finger 26 aufweist, die den Multipol-Magnetring 16 übergreifen. Das heißt, der Magnetring 16 befindet sich radial innerhalb der Finger 26. Außerdem ist ein Gleitring 28 erkennbar, in welchem der Statorhalter 22 gelagert ist. In den Statorhalter greifen von der einen Seite die Finger 26 und von der anderen Seite der in der Figur 1 links dargestellte Teil des Statorhalters 22 ein.

Die Figur 1 zeigt ein zweites Statorelement 30, welches mit dem Statorelement 24 identisch ist, jedoch so angeordnet ist, dass dessen Finger 32 in Richtung auf die Finger 26 weisen. Dieses Statorelement 30 ist, wie auch aus den Figuren 3a und 3b ersichtlich, derart am Statorhalter 22 angeordnet, dass die Finger 32 in den Gleitring 28 hineinragen. Über den Statorhalter 22 werden außerdem die Statorelemente 24 und 30 fixiert.

Der Statorhalter 22 besitzt noch einen Träger 34 für einen Zweispur-Multipol-Magnetring 36, der auf diesen axial aufgeschoben ist. Dies ist ebenfalls deutlich in der Figur 3a

erkennbar. Der Gleitring 28 ist Teil eines insgesamt mit 38 bezeichneten Gehäuses, in welchem Flusskonzentratoren 40 sowie eine Platine 42 untergebracht sind. Das Gehäuse 38 ist mittels eines Gehäusedeckels 44 verschlossen, aus welchem ein Kabelstrang 46 herausgeleitet ist.

In Figur 2 ist deutlich erkennbar, dass an der Unterseite der Platine 42 Sensoren 48 und 50 angeordnet sind, die als Hall-Sensoren ausgebildet sind. Dabei sind die Sensoren 48 in axialer Richtung gesehen nebeneinander angeordnet und dem Zweispur-Multipol-Magnetring 36 zugeordnet. Die beiden Sensoren 50 sind den beiden Flusskonzentratoren 40 zugeordnet und erfassen die Verdrehung der beiden Statorelemente 24 und 30 gegenüber dem Magnetring 16.

In den Figuren 4, 5a und 5b ist ein zweites Ausführungsbeispiel dargestellt, bei welchem gleiche Bauteile gleiche Bezugszeichen tragen. Bei diesem Ausführungsbeispiel besitzt der Statorhalter 22 zusätzlich eine Außenverzahnung 52, welche mit einem Zahnrad 54 kämmt, welches im Gehäuse 38 drehbar gelagert ist. Das Zahnrad 54 trägt wenigstens einen Magnet 56, dem beim dargestellten Ausführungsbeispiel zwei Sensoren 58, die ebenfalls als Hall-Sensoren ausgebildet sind, zugeordnet sind. Diese Sensoren 58 sind ebenfalls auf der Platine 42 angeordnet.

Mit der Außenverzahnung 52 sowie dem Zahnrad 54 wird ein Übersetzungsgetriebe gebildet, mit dem volle Umdrehungen des

Statorhalters 22 und somit der Lenkwelle 10 erfasst werden können. Die Außenverzahnung 52 und das Zahnrad 54 können auch in Form einer Kegolverzahnung ausgebildet werden, so dass die Achse des Zahnrads 54 orthogonal zur Achse der Lenkwelle 10 steht und die Sensoren 58 dann flächig auf der Platine 42 angeordnet werden können. Außerdem bedarf es dann keiner Ausbuchtung 60 im Gehäuse 38 zur Aufnahme des Zahnrades 54.

Die Statorelemente 24 und 30 und die Sensoren 50 sind zur Ermittlung des aufgebrachtten Drehmoments und der Zweispur-Multipol-Magnetring 36 zusammen mit den Sensoren 38 zur Ermittlung des Lenkwinkels bestimmt. Mit der Außenverzahnung 52, dem Zahnrad 54 sowie den beiden Sensoren 58 wird die Anzahl der Umdrehungen erfasst. Das ganze System basiert auf magnetischen Messelementen.

Aus Figur 6 ist deutlich die Zuordnung der einzelnen Bauteile zueinander erkennbar.

**Patentansprüche**

1. Vorrichtung zum Bestimmen eines auf eine Welle (10) ausgeübten Drehmoments, wobei die Welle (10) einen ersten Wellenabschnitt (12) und einen zweiten Wellenabschnitt (14) aufweist und die beiden Wellenabschnitte (12 und 14) gegeneinander verdrehbar sind, mit einem den ersten Wellenabschnitt (12) umgebenden und mit diesem verbundenen Multipol-Magnetring (16) und einem am zweiten Wellenabschnitt (14) befestigten Statorhalter (22), wobei am Statorhalter (22) zwei Statorelemente (24, 30) befestigt sind und jedes Statorelement (24, 30) in axialer oder radialer Richtung abragende Finger (26, 32) aufweist, die gleichmäßig zumindest über einen Teil des Umfangs verteilt angeordnet sind und zwischen sich Lücken aufweisen, wobei den Fingern (26) des einen Statorelements (24) und den Fingern (32) des anderen Statorelements (30) der Magnetring (16) zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass auf einem der beiden Wellenabschnitte (12, 14) ein zweiter Magnetring (36) angeordnet ist und diesem Magnetring (36) zumindest ein Magnetsensor (48) zugeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Magnetring (36) ein Multipolmagnetring ist.

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Magnetring (36) zwei Magnetspuren aufweist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Magnetspur ein Magnetsensor (48) zugeordnet ist.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine einzige Platine (42) zur Aufnahme der den Statorelementen (24, 30) zugeordneten Sensoren (50) und des wenigstens einen dem zweiten Magnetring (36) zugeordneten Sensor (48) vorgesehen ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Platine (42) in einem Gehäuse (38) untergebracht ist.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Statorhalter (22) eine Außenverzahnung (52) aufweist und die Außenverzahnung (52) mit einem Zahnrad (54) kämmt und ein Übersetzungsgetriebe bildet.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Zahnrad (54) mit einem Magnet (56) bestückt ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass dem Magnet (56) ein Sensor (58) zugeordnet ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 5 und Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (58) auf der Platine (42) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Achse des Zahnrads (54) parallel zur Welle (10) oder orthogonal zu dieser verläuft.



### **Zusammenfassung**

Vorrichtung zum Bestimmen eines auf eine Welle ausgeübten Drehmoments, wobei die Welle einen ersten Wellenabschnitt und einen zweiten Wellenabschnitt aufweist und die beiden Wellenabschnitte gegeneinander verdrehbar sind, mit einem den ersten Wellenabschnitt umgebenden und mit diesem verbundenen Multipol-Magnetring und einem am zweiten Wellenabschnitt befestigten Statorhalter, wobei am Statorhalter zwei Statorelemente befestigt sind und jedes Statorelement in axialer oder radialer Richtung abragende Finger aufweist, die gleichmäßig zumindest über einen Teil des Umfangs verteilt angeordnet sind und zwischen sich Lücken aufweisen, wobei zwischen den Fingern des einen Statorelements und den Fingern des anderen Statorelements der Magnetring angeordnet ist, wobei auf einem der beiden Wellenabschnitte ein zweiter Magnetring angeordnet ist und diesem Magnetring ein Magnetsensor zugeordnet ist.

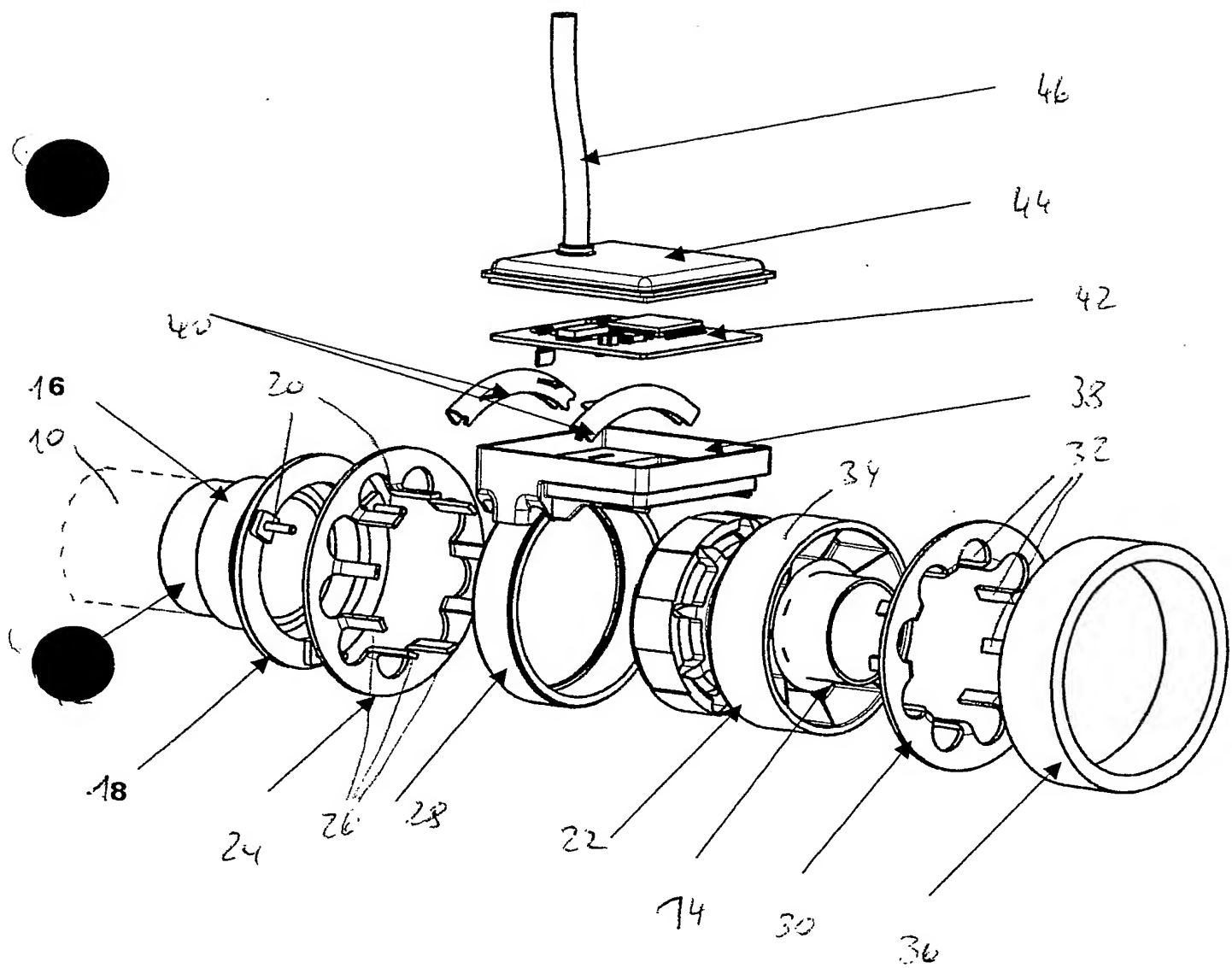


Fig 1

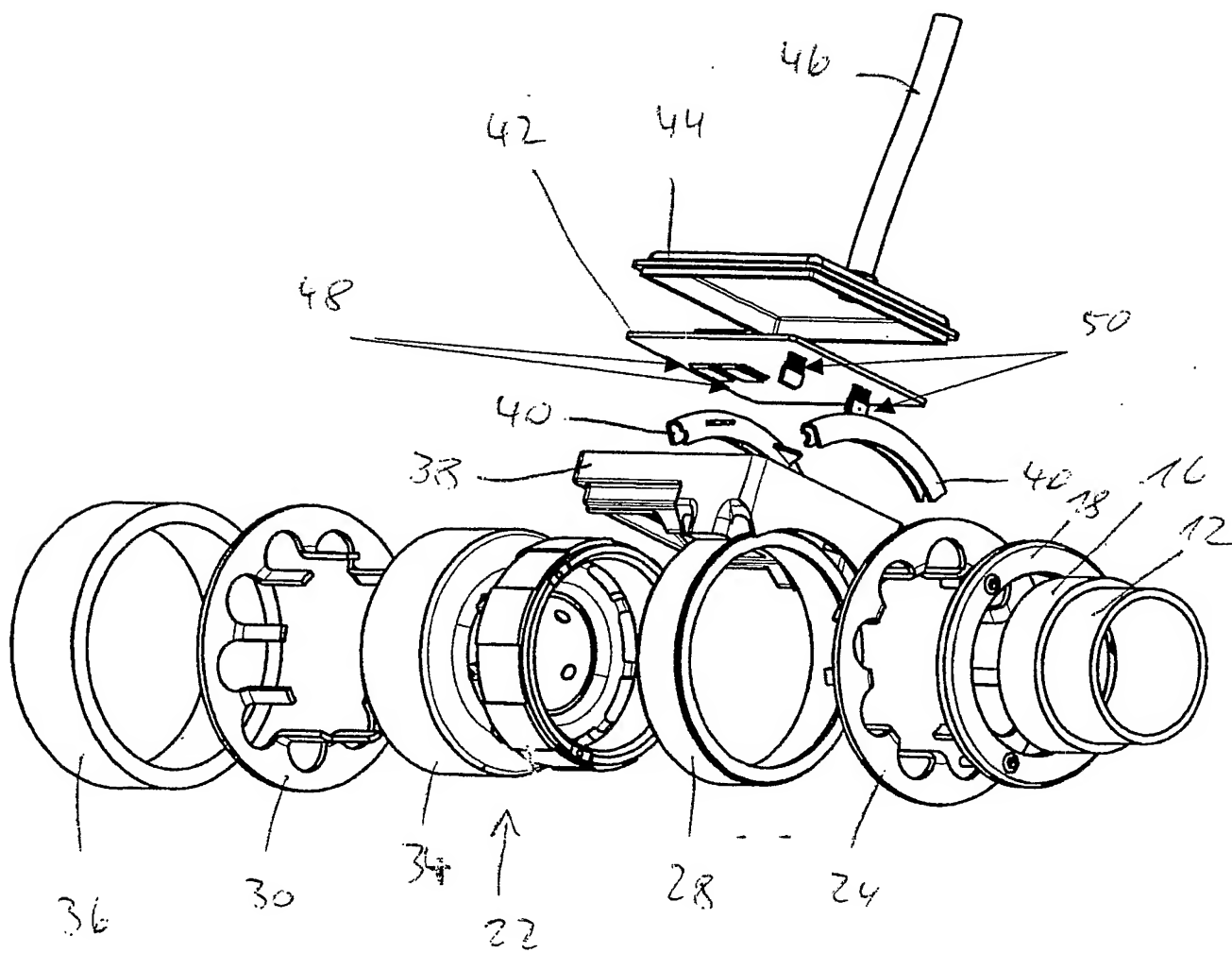
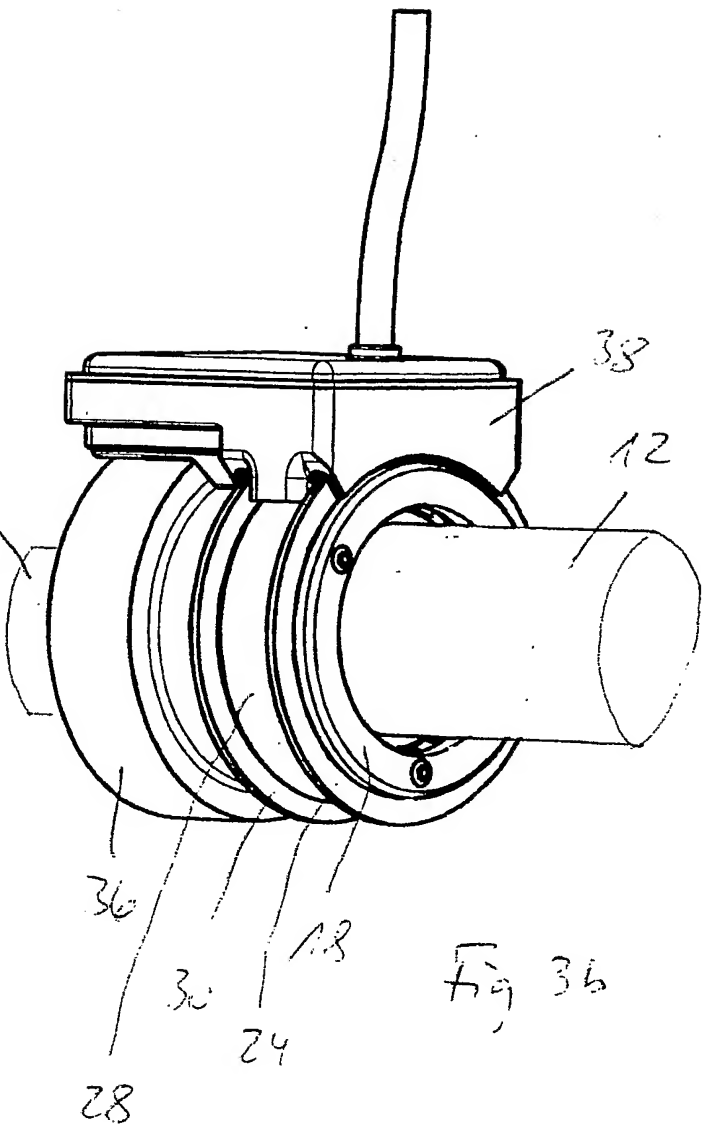
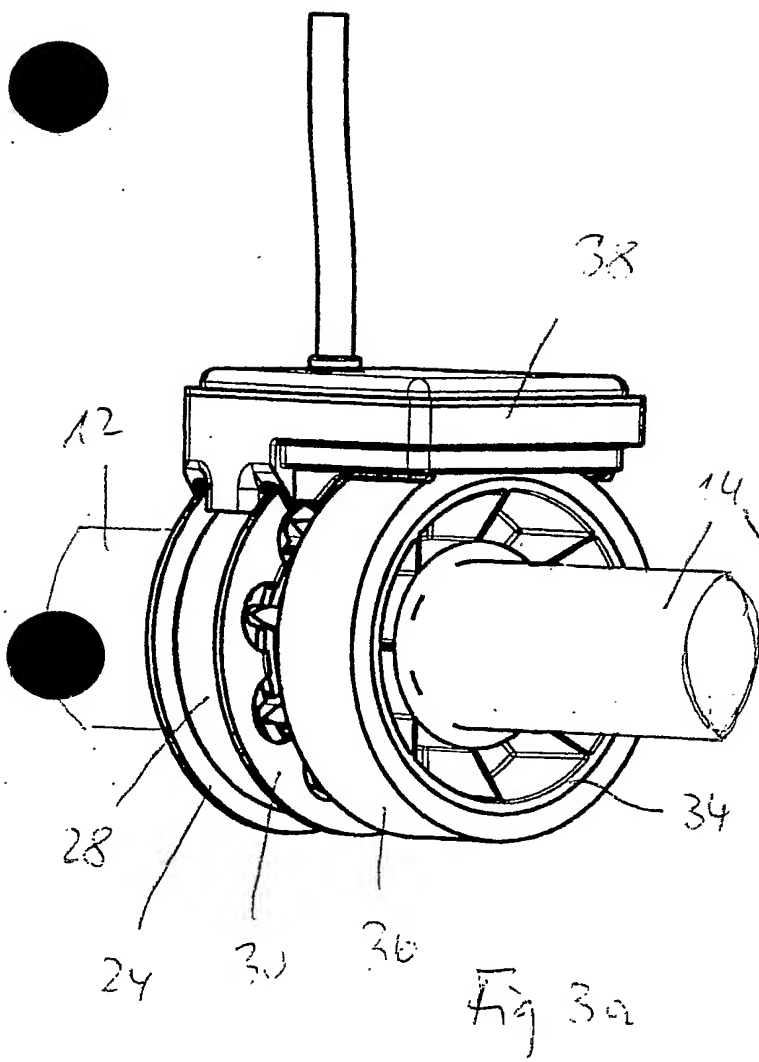


Fig 2



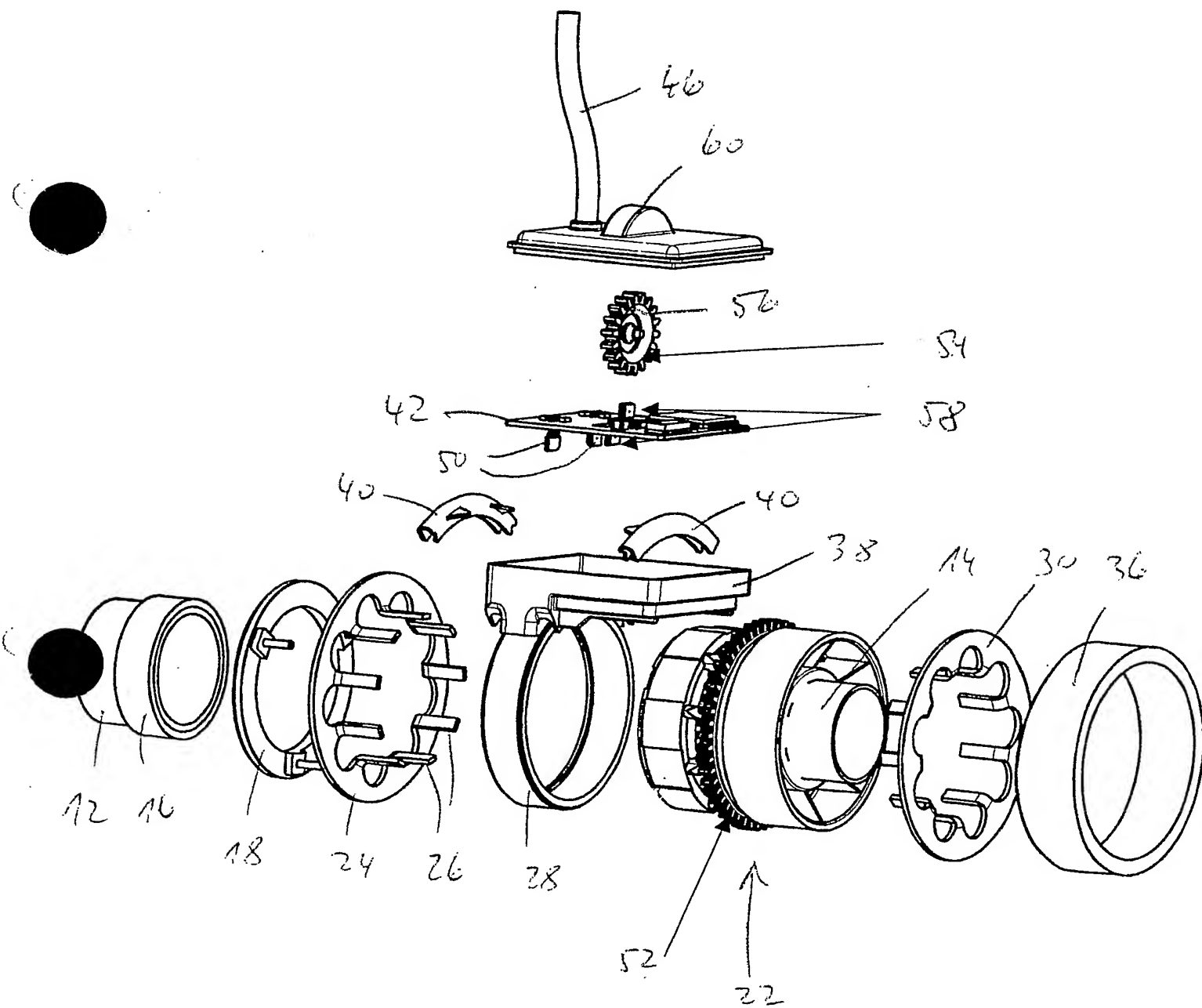


Fig 4

